

令和 6 年 5 月 10 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12707

研究課題名（和文）Radiogenomicsによる個別化医療ナビゲーションシステム

研究課題名（英文）Personalized medical navigation system using radiogenomics

研究代表者

内山 良一（Uchiyama, Yoshikazu）

宮崎大学・工学部・教授

研究者番号：50325172

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：MR画像の脳腫瘍からRadiomics特徴量を計測し、それらを用いて1p19q共欠失を推定する手法を開発した。また、コンピュータの結果を医師が活用できるように、ユーザ主導型的意思決定支援ツールの開発を行った。肺がんに関しては、術前CT画像から得たRadiomics特徴量と生存時間分析を用いて再発を予測する手法を開発した。この際に、比例ハザード性を考慮した特徴量選択の手法も構築した。乳がんにも応用し、術前薬物療法によって病理学的完全奏効となる患者を予測する手法を開発した。また、乳房MR画像から免疫チェックポイント分子の活性を推定するRadioproteomicsと呼ぶ新しい研究の成果も得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像所見がどのような病理・病態を反映しているかの研究は行われてきたが、画像所見と分子・遺伝的背景の理解は進んでいない。本研究では、がんの「遺伝型」と「表現型」の関係を明らかにし、がんの表現型（画像所見）から、がんの遺伝型を推定する手法を構築した。画像検査によって、分子標的薬の効果が予測できること、再発の可能性を予測できること、免疫チェックポイント阻害剤の効果が予測できることなどの研究成果を得た。本研究によって、画像検査は病変検出や鑑別診断だけではなく、至適治療法の選択や予後予測などに応用できるという潜在的価値を明らかにした点で社会的な意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：We measured radiomic features from brain tumors on MR images and developed a method to estimate 1p19q co-deletion using these features. We also developed a user-driven decision support tool to enable oncologists to utilize the computer results. Regarding lung cancer, we developed a method to predict recurrence by using radiomics features and survival time analysis. We also developed a feature selection method that takes into account proportional hazards. We applied the proposed method to breast cancer and developed a method for predicting patients who will achieve pathologic complete response with preoperative drug therapy. We also developed a new method named Radioproteomics to estimate the activity of immune checkpoint molecules from breast MR images.

研究分野：医療AI，医療データサイエンス

キーワード：Radiomics Radiogenomics Radioproteomics Medical AI

1. 研究開始当初の背景

画像所見がどのような病理・病態を反映しているかの研究は進んでいるが、画像所見と分子・遺伝的背景の理解は進んでいない。Radiomics とは、医用画像を網羅的に解析する技術であり、病変の大きさ、形状、濃度、テクスチャなどに関する数百次元の高次元画像特徴量を用いる。これは、DNA における遺伝子は約 2 万 5 千個存在すると言われているから、病変の「遺伝型」と病変の「表現型」（画像所見）の関係を分析するためには、なるべく多くの画像特徴量を計測する必要があるというのが理由である。特に、画像所見と遺伝子の関係を調べる研究を Radiogenomics と呼び、画像所見とタンパク質の関係を調べる研究を Radioproteomics と呼ぶ。医用画像は、細胞の分子レベルの活動から最終的な形態になる過程を画像として表現したものであるため、細胞の多階層の活動情報が記録されたものであると言えよう。よって、医用画像を網羅的に解析する技術である Radiomics の研究を進めて、遺伝子、タンパク質などに関するオミクス研究の成果と融合すれば、これまでになかった診断や治療の新しい形が見えてくる可能性が高いと考えられる。

2. 研究の目的

本研究課題の核心をなす学術的「問い」は、次の 3 つである。(1) がんの「遺伝型」は「表現型」と関係があるのか、(2) がんの「遺伝型」と「表現型」は予後と関係があるのか、(3) 「遺伝型」と「表現型」の関係性を用いれば、新しい治療・診断の形が見えるのか。本研究の目的は、データ中心アプローチを用いて、上記 3 つの学術的「問い」の答えを探り、画像の新しい価値を創造することである。データ中心アプローチによって、従来の集団を対象とした統計ではなく、個人差に隠れた関係性を発見し、明らかになった関係を人工知能 (AI) で学習することによって、診断・治療の支援を行うこれまでになかった医療 AI システムの構築を目指す。

3. 研究の方法

(1) 非小細胞肺がんの再発リスクの推定

手術によって肺がんの切除が可能な場合のリスクは再発である。肺がんの再発率は、ステージ I の場合でも 30%~40% との報告があることから、再発の可能性が高い患者を推定できれば、術後に化学療法を加療するなどの適切な処理を施すことができる。本研究では、NSCLC-Radiogenomics データベースから、50 症例の術前 CT 画像を収集し、再発の予測法を構築した。肺がんの領域から 367 個の Radiomics 特徴量を計測し、再発の有無に有用な Radiomics 特徴量を選択したのち、Random Survival Forest を用いて肺がんの再発リスクを予測した。

(2) 非小細胞肺がんの EGFR 遺伝子変異の推定

手術による切除不能な場合の Radiomics 研究も行った。近年、がんに対する遺伝的メカニズムの解明が進み、それらの知識を利用した分子標的薬が開発されている。肺がんの EGFR 遺伝子変異は、日本人患者の約 40% で見られることから、EGFR 遺伝子を対象に画像検査で遺伝子変異の有無を推定する研究を行った。もし、簡便な画像検査で EGFR 遺伝子変異の有無が推定できれば、がん細胞を採取して遺伝子検査をすることなく治療法が選択できることから、患者への負担が少なくなる。NSCLC-Radiogenomics データベースから、119 症例の術前 CT 画像および mRNA をそれぞれ収集して実験に用いた。肺がん領域から Radiomics 特徴量を抽出し、EGFR 遺伝子変異の有無に判別に有用な 10 個の特徴量を選択したのち、それらを入力とした線形判別分析によって、EGFR 遺伝子変異の有無を判別した。また、EGFR 遺伝子変異ありの肺がんの遺伝子発現パターンを分析し、違いが見られるかを検討した。

(3) 膠芽腫の 1p19q 共欠失の推定

画像検査を用いてがんの遺伝型を推定する Radiogenomics 研究における課題は、どのような形で医師（あるいは）患者にコンピュータの結果を提示するかということである。共欠失ありという情報を医師に提示したとしても、コンピュータが何故そのように判断したのかの根拠を理解することが難しく、結果としてコンピュータの出力を活用することが困難になる。そこで、この研究では、説明可能な AI 技術として、AI のユーザがデータを理解して問題を解決する、ユーザ主導型の意志決定支援ツールの要素技術の開発を行った。LGG-1p19q データベースから、81 症例の脳 MR 画像を収集し、脳腫瘍の領域から 740 個の Radiomics 特徴量を抽出した後、1p19q 共欠失の有無の判別に有用な 6 個の特徴量を選択して、説明可能な AI 技術を開発した。

(4) 乳がんの術前薬物療法の効果予測

近年、薬物療法の効果が向上したため、術前にも薬物療法を適用する例が増えてきた。乳がんの薬物療法の目的は、病変は大きい乳房温存を希望する患者に対して病変を縮小することや、術後薬物療法が必要な患者に対してがんの薬物療法に対する感受性を術前に知ることである。

この術前薬物療法において、薬物療法が劇的に効いて、病理学的完全奏効（pathological complete response: pCR）となる患者が存在し、予後が良好であることが知られている。これまで、術前の画像検査の役割は病変の解剖学的位置や広がりを知ることであったが、もし術前の画像に薬物療法による pCR を予測する情報が含まれていれば、画像検査の新しい価値を創造することができる。この研究では、LuminalB（HER2 陰性）、HER2、Triple Negative を対象に実験を行った。乳房 MR 画像のがん領域から Radiomics 特徴量を計測し、Lasso によって 9 個の Radiomics 特徴量を選択したのち、それらを入力としたサポートベクタマシンによって、pCR 群と non-pCR 群を判別した。

(5) 乳がんの Radioproteomics 研究

これまでの Radiogenomics 研究は、画像の表現型（画像所見）を用いてがんの遺伝型を推定する研究であった。もう一つ別の研究として、画像の表現型からタンパク質を推定する研究がある。タンパク質は、機能タンパク質と構造タンパク質に大別され、機能タンパク質には、ホルモン、受容体タンパク質、防御タンパク質などがある。この研究では乳がんに関心を当てて研究を推進した。まず、TCGA-BRCA データベースから 49 症例の脂肪抑制 T1 強調画像を収集し、ホルモン受容体陽性と陰性の判別を行った。次に、免疫の中心となる防御タンパク質に着目し、免疫抑制の代表である免疫チェックポイント分子の活性を推定できるかを検討した。mRNA を収集して、PD-L1 が高発現の群とその他の群に分け、それらの 2 群を Radiomics 特徴量で判別できるかについて検討した。

4. 研究成果

(1) 非小細胞肺がんの再発リスクの推定

時間依存性 ROC 解析の結果、コックス回帰モデルを用いた予測では AUC が 0.81 だったのに対し、Random Survival Forest を用いた予測では AUC が 0.93 であった。よって、術前 CT 画像には、肺がんの再発に関する情報が含まれている可能性が示唆された。肺がんの再発の予測法は 2 つのアプローチがあることを示した。1 つ目は、例えば、時間を 1 年目に固定し、1 年度に再発したか否かの 2 クラスパターン認識の問題として取り扱うものである。2 つ目は、再発した時間をイベント発生の時間として取り扱うことで、生存時間分析の枠組みを適用するものである。1 つ目のパターン認識アプローチを用いれば、Radiomics 特徴量と再発の関係を詳細に分析できる。しかし、右側打ち切りと左側打ち切りの問題に対処できない。右側打ち切りとは、追跡不能になり再発イベントが観察できないことであり、左側打ち切りとは、ある時点より短い時間で再発した患者群を同じとみなす問題である。再発予測の問題にパターン認識アプローチを採用した場合には、1 年後から 2 年後、2 年後から 3 年後といった、ある時点からある時点までに再発した症例を用いて学習データを構築しなければならず、再発の予測問題にパターン認識アプローチは不向きであることが明らかになった。よって、再発の予測問題は、2 つ目の生存時間分析の枠組みを用いるアプローチが適していると考えられた。

(2) 非小細胞肺がんの EGFR 遺伝子変異の推定

CT 画像から抽出した Radiomics 特徴量を用いて判別を行った結果、ROC 曲線以下の面積である AUC は 0.71 であった。したがって、画像所見には、肺がんの EGFR 遺伝子変異の有無に関する情報が含まれている可能性が示唆された。また、この際に、線形判別分析の出力を詳細に分析したところ、EGFR 遺伝子変異ありの症例の出力が 2 つの群に分離されていることが分かった。これらの 2 群の遺伝子発現量を調べた結果、遺伝子発現パターンも 2 群で分離されていることが明らかになった。がん細胞の悪性度は遺伝子変異の蓄積によって進むことから、その変異パターンの違いが表現型に表れている可能性が高いと考察された。これらの研究から、肺がんの表現型から EGFR 遺伝子変異の有無を推定する Radiomics 研究においては、単に EGFR 遺伝子変異ありと遺伝子変異なしの 2 群の分類問題として取り扱うのではなく、EGFR 阻害剤の奏効率と関係する肺がんの遺伝子発現パターンも考慮した多群の分類問題として検討した方が良いことが分かった。

(3) 膠芽腫の 1p19q 共欠失の推定

多次元尺度構成法を用いて、データ分布を可視化して過去の類似症例の表示に応用した。また、患者にも理解できるように、ロジスティック回帰を用いて 1p19q 共欠失ありの診断確率が表示できる機能を開発した。さらに、ノモグラムを用いて AI が何故そのように判断したのかの根拠が可視化できる機能を開発した。このような説明可能な AI 技術は、治療法の選択といった、医師と患者による意思決定が必要な医療の後半のプロセスを支援する AI の実用化に必須な要素技術になると考えられる。

(4) 乳がんの術前薬物療法の効果予測

Radiomics 特徴量を用いた pCR と non-pCR の判別性能は、AUC が 0.92 であった。よって、画像には術前薬物療法の効果を予測する情報が含まれていると考えられる。また、判別結果を入力と

した生存時間分析では、pCR 群の生存曲線は non-pCR の生存曲線よりも上に位置し、予後が良好であることも示された。この実験結果で注目すべき点は、LuminalB (HER2 陰性)、HER2、Triple Negative を対象に pCR の予測を行ったことである。現在、乳がんのサブタイプ分類は生検による遺伝子検査で決定されている。この生検の結果と画像検査を統合することで pCR の予測が可能であったことから、がんゲノム医療における遺伝子検査と画像検査の役割分担が行われていることになる。この研究により、画像検査の新しい可能性を創造することができた。

(5) 乳がんの Radioproteomics 研究

ホルモン受容体陽性と陰性の判別では AUC が 0.77 であった。よって、画像にはホルモン受容体に関する情報が含まれている可能性があると考えた。ホルモン受容体陽性乳がんには、ホルモン療法が有効であるため、画像検査で至適治療法を提案する Radioproteomics と呼ぶ新しい研究が展開できることを示した。免疫チェックポイント分子の活性を推定する研究では、高発現の群とその他の群を判別する AUC が 0.81 であった。免疫細胞の活動が免疫チェックポイント分子によって阻害されている患者は、そのブレーキを外すと免疫チェックポイント阻害剤が奏効する可能性が高くなるため、提案手法は乳がん治療における免疫チェックポイント阻害剤の効果予測に応用できる可能性があることが示唆された。

以上のように、本研究課題に関する一連の研究では、これまで病変の表現型を中心に議論・整理されてきた放射線医学分野に、遺伝型の新しい観点を入れることで、学問の整理と新展開を行うことができた。特に、画像検査によって、至適治療法の選択や予後予測が可能であることを示すなど、画像検査の潜在的価値を発見したことが大きな成果と言える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 内山良一	4. 巻 40
2. 論文標題 精密医療のための Radiogenomics と Radioproteomics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 85-87
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 原田英優, 福田徹, 内山良一	4. 巻 40
2. 論文標題 Radioproteomicsによる乳がんのホルモン受容体の陽性と陰性の判別	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 原田英優, 福田徹, 内山良一	4. 巻 79
2. 論文標題 乳がんの免疫チェックポイント分子の活性と不活性を判別するためのRadioproteomics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本放射線技術学会雑誌	6. 最初と最後の頁 1136-1143
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 内山良一	4. 巻 41
2. 論文標題 乳がんのRadiogenomics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Medical Imaging Technology	6. 最初と最後の頁 67-72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野菜奈恵, 内山良一	4. 巻 39
2. 論文標題 Radiomicsにおける意思決定支援のためのデータ可視化技術	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.39.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 内山良一	4. 巻 78
2. 論文標題 乳腺・脳MR画像を用いた個別化医療ナビゲーションシステム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本放射線技術学会雑誌	6. 最初と最後の頁 395-399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6009/jjrt.2022-2001	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maoko Nakashima, Yoshikazu Uchiyama, Hirotake Minami, Satoshi Kasai	4. 巻 70
2. 論文標題 Prediction of COVID-19 patients in danger of death using radiomic features of portable chest radiographs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Medical Radiation Science	6. 最初と最後の頁 13-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jmrs.631	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉岡拓弥, 内山良一, 白石順二	4. 巻 77(2)
2. 論文標題 Radiomicsによる生存時間解析を用いた肺がん患者の再発リスクの推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本放射線技術学会雑誌	6. 最初と最後の頁 153-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6009/jjrt.2021_JSRT_77.2.153	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 和田菜摘美, 岸本奈渚子, 内山良一	4. 巻 38(1)
2. 論文標題 生存時間分析におけるRadiomics特徴量の比例ハザード性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 15-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.38.15	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 内山良一	4. 巻 38(2)
2. 論文標題 肺がんのRadiomics研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 59-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.38.59	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Natsumi Wada, Maoko Nakashima, Yoshikazu Uchiyama	4. 巻 11
2. 論文標題 Analysis of the relationship between image and blood examinations in an artificial intelligence system for the molecular diagnosis of breast cancer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Open Journal of Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1016-1027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/ojapps.2021.119074	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藏本裕香, 内山良一	4. 巻 38(3)
2. 論文標題 Radiomicsを用いた非小細胞肺がんのEGFR遺伝子変異の推定 -遺伝子発現パターンの違いが表現型に及ぼす影響-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 137-142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11318/mii.38.137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuka Kuramoto, Natsumi Wada, Yoshikazu Uchiyama	4. 巻 17(4)
2. 論文標題 Prediction of pathological complete response using radionics on MRI in patients with breast cancer undergoing neoadjuvant pharmacotherapy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 619-625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-022-02560-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Y. Uchiyama, N. Hirano, S. Kasai
2. 発表標題 Pseudo-time analysis for modeling the progression pattern of brain tumors
3. 学会等名 IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷口美桜, 内山良一, 小味昌憲, 東美菜子
2. 発表標題 逆距離荷重法による空間情報を用いた膠芽腫のMGMTメチル化の推定
3. 学会等名 医用画像情報学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 原田英優, 福田徹, 内山良一
2. 発表標題 Radioproteomicsによる乳がんのHER2の陽性と陰性の判別
3. 学会等名 医用画像情報学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内山良一
2. 発表標題 Radiomicsの概要
3. 学会等名 第33回日本乳癌検診学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 内山良一
2. 発表標題 RadiogenomicsとRadioproteomicsの現状と課題-中枢神経領域を中心に-
3. 学会等名 医用画像情報学会春季大会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 原田芙優，内山良一
2. 発表標題 Radioproteomicsによる乳がんのHER2過剰発現の推定
3. 学会等名 日本放射線技術学会第78回総会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 諸富凌雅，藏本裕香，原田芙優，内山良一
2. 発表標題 Radioproteomicsによる非小細胞肺がんの免疫チェックポイント阻害剤の効果予測
3. 学会等名 日本放射線技術学会第78回総会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内山良一
2. 発表標題 Precision Medicineのための体幹部画像のAI診断最前線
3. 学会等名 第80回筑後 有明CT・MRIセミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原田芙優, 福田徹, 内山良一
2. 発表標題 乳がんの免疫チェックポイント分子の活性を推定するための Radioproteomics
3. 学会等名 医用画像情報学会秋季（第194回）大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須堯桜, 内山良一
2. 発表標題 空間統計を用いた膠芽腫のMGMTメチル化の推定
3. 学会等名 第17回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川鶴奈夕, 内山良一
2. 発表標題 データサイエンスを用いた放射線治療と免疫の関係分析
3. 学会等名 第17回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 直塚奈津季, 内山良一
2. 発表標題 肺がんのRadioproteomicsにおけるXAI技術の開発
3. 学会等名 第17回九州放射線医療技術学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 畑中あすか, 内山良一
2. 発表標題 Pseudo Time Analysisによる脳形態変化のモデリング
3. 学会等名 第17回九州放射線医療技術学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須堯桜, 内山良一
2. 発表標題 Radiomics特徴量と解剖学的位置を用いた膠芽腫のMGMTメチル化の推定
3. 学会等名 日本放射線技術学会第79回総会学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中島眞生子, 内山良一, 南寛威, 笠井聡
2. 発表標題 ポータブル胸部X線写真のRadiomics特徴量を用いたCOVID-19の重篤化の予測
3. 学会等名 日本放射線技術学会第77回総会学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野菜奈恵, 内山良一
2. 発表標題 脳腫瘍の病態形成のモデリングのための疑似時間解析
3. 学会等名 日本放射線技術学会第77回総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藏本裕香, 内山良一, 清水紀恵, 山本豊
2. 発表標題 乳腺超音波におけるRadiomics特徴量を用いた術前化学療法の効果予測
3. 学会等名 日本放射線技術学会第77回総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田美優, 内山良一
2. 発表標題 Radioproteomicsによる乳がんのホルモン受容体情報の推定
3. 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内山良一
2. 発表標題 画像研究最前線 ~ 深層学習からRadiomicsまで ~
3. 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々木梨乃, 藏本裕香, 内山良一, 清水紀恵, 山本豊
2. 発表標題 乳房超音波画像のRadiomics特徴量を用いた術前化学療法のpCR予測
3. 学会等名 第16回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿木美音, 原田芙優, 坂本史, 内山良一
2. 発表標題 腎細胞癌の免疫チェックポイント分子の活性を推定するためのRadioproteomics
3. 学会等名 第16回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 諸富凌雅, 藏本裕香, 内山良一
2. 発表標題 非小細胞肺がんの免疫チェックポイント分子の活性を推定するためのRadioproteomics
3. 学会等名 第16回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 内山良一 (担当:分担執筆, 範囲:7.3節レディオゲノミクスによる遺伝子情報の予測, 8.2.3節 MaZda)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 13
3. 書名 レディオミクス入門	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------